

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРЕПНЫХ ИМПЛАНТАТОВ

Шамраева Е.О.

Харьковский национальный университет радиозлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14 каф. биомедицинских электронных устройств и систем, тел. (057)7021-364

E-mail: Shamraeva.Elena@gmail.com

This work is devoted the comparative analysis of methods construction of cranial implantates in dependence of initial data. The manual and automated methods of construction of cranial implantates are here analysis. The initial data are KT-images and X-ray images.

Введение. В настоящее время существует несколько методов получения черепных имплантатов (ЧИ): 1. вручную по рентгеновским снимкам; 2. автоматизированный с помощью стереолитографической системы (СТЛ) на основании данных, полученных с помощью спирального компьютерного томографа (СКТ). В работах [1-3] разработаны методы автоматизированного получения моделей черепных имплантатов с помощью стереолитографической системы на основании данных компьютерного рентгеновского томографа (РКТ) и рентгеновского аппарата. Поэтому целесообразным является проведение сравнительного анализа результатов, получаемых различными методами.

Оценка методов построения. Оцениваются следующие характеристики методов построения имплантатов: 1. степень соответствия форм черепного имплантата и посттравматического дефекта черепа (ПТДЧ); 2. стоимость получения ЧИ; 3. время создания имплантата.

Наиболее важным параметром при изготовлении черепного имплантата является степень его соответствия дефекту черепа. Для оценки данного параметра в работе введены следующие относительные параметры реконструкции:

— *коэффициент несоответствия фронтальных проекций ЧИ и ПТДЧ.* Определяется как отношение площади несовпадающих участков фронтальных проекций ПТДЧ и имплантата (рис.1) к площади фронтальной проекции ПТДЧ. Вычисляется по формуле:

$$K_{\text{фронт}} = \frac{\sum_{i=1}^N s_i}{S} \times 100\%, \quad (1)$$

где s_i - площадь несовпадающих участков фронтальных проекций ПТДЧ и имплантата;

N - количество несовпадающих участков фронтальных проекций ПТДЧ и имплантата;

S - площадь фронтальной проекции ПТДЧ.

— *коэффициент несоответствия радиусов кривизны черепа и ЧИ.* Определяется как отношение модуля разницы радиусов кривизны имплантата и черепа в районе ПТДЧ к радиусу кривизны черепа в районе ПТДЧ (рис.2). Вычисляется по формуле:

$$K_{\text{сфер}} = \frac{|R_{\text{импл}} - R_{\text{череп}}|}{R_{\text{череп}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $R_{\text{череп}}$ - радиус кривизны черепа;

$R_{\text{импл}}$ - радиус кривизны имплантата.

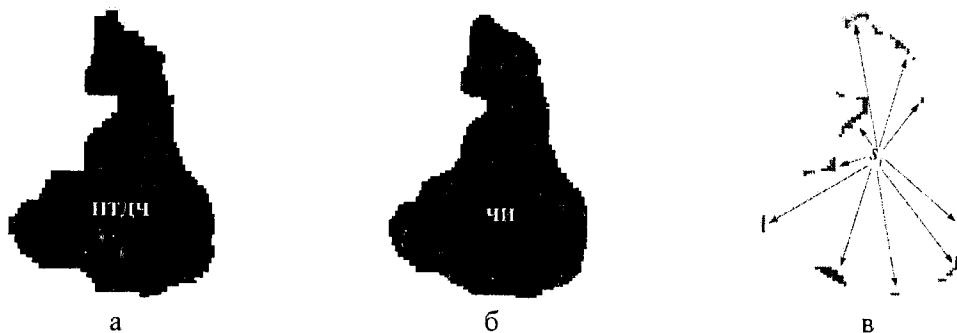


Рисунок 1 — Фронтальная проекция: а) ПТДЧ; б) ЧИ; в) несовпадающие участки фронтальных проекций ПТДЧ и ЧИ

В случае использования в качестве исходных данных: 1. краниограмм, радиус кривизны черепа определяется по соответствующей усредненной модели черепа [1]; 2. томограмм, радиус кривизны черепа определяется по неповрежденному фрагменту, симметричному ПТДЧ [2,3].

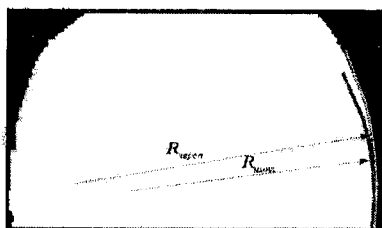


Рисунок 2 — Радиусы кривизны черепа и имплантата

Немаловажной характеристикой метода изготовления имплантата представляется стоимость ЧИ. Наиболее дорогостоящим является имплантат, изготовленный с помощью стереолитографической системы по данным спирального компьютерного томографа. Наименее дорогим – изготовленный вручную по рентгенограммам.

Коэффициент стоимости определяется из отношения стоимости любого из способов изготовления имплантата (по СКТ-данным, КТ-данным, рентгенограммам, а также ручное изготовление) к стоимости наиболее дорогостоящего способа изготовления (по данным СКТ). Вычисляется по формуле:

$$K_{\text{стоим}} = \frac{Ц_i}{Ц_{\text{max}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $Ц_i$ - стоимость изготовления имплантата любым способом;

$Ц_{\text{max}}$ - наибольшая стоимость изготовления имплантата.

Время для проведения краниопластики варьирует в пределах от 2-х дней до нескольких лет после травмы, что связано с состоянием здоровья пациента. В связи с этим, время изготовления черепного имплантата играет в краниопластике не такую значительную роль, как точность или стоимость изготовления имплантата. Наиболее длительный способ изготовления имплантата – ручной. Время же автоматизированного изготовления имплантата во всех рассматриваемых случаях имеет один порядок.

Коэффициент времени рассчитывается по аналогии с коэффициентом стоимости:

$$K_{\text{время}} = \frac{t_i}{t_{\text{max}}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где t_i - время изготовления имплантата любым способом;

t_{\max} - наибольшее время изготовления имплантата.

Таблица 1—Сравнительный анализ методов построения черепных имплантатов

Д	метод получения ЧИ	, см ²	t		K					
			, грн.	, %	, %	, %	, %	, %		
Г	ручное	10	1 неделя	00	9,37	1	8,64	7,5	00	5,78
		10	2 недели	00	2,51	2	0,1	3,33	00	6,12
	автоматизированное	10	10 мин. + время STL*	00- 500	0,12	1	,91	6,25	,86	0,5
		10	15 мин. + время STL	00- 3000	2,57	1	,88	6,67	,22	9,49
КТ	автоматизированное	10	40 мин. + время STL	00- 700	,09	8	,3	5	,16	4,44
		10	45 мин. + время STL	00- 3000	0,55	1	,12	6,67	,37	3,67
КТ	автоматизированное	10	40 мин. + время STL	50- 950	,89	7	,15	00	,16	0,29
		10	45 мин. + время STL	50- 5000	,48	9	,99	00	,37	1,35

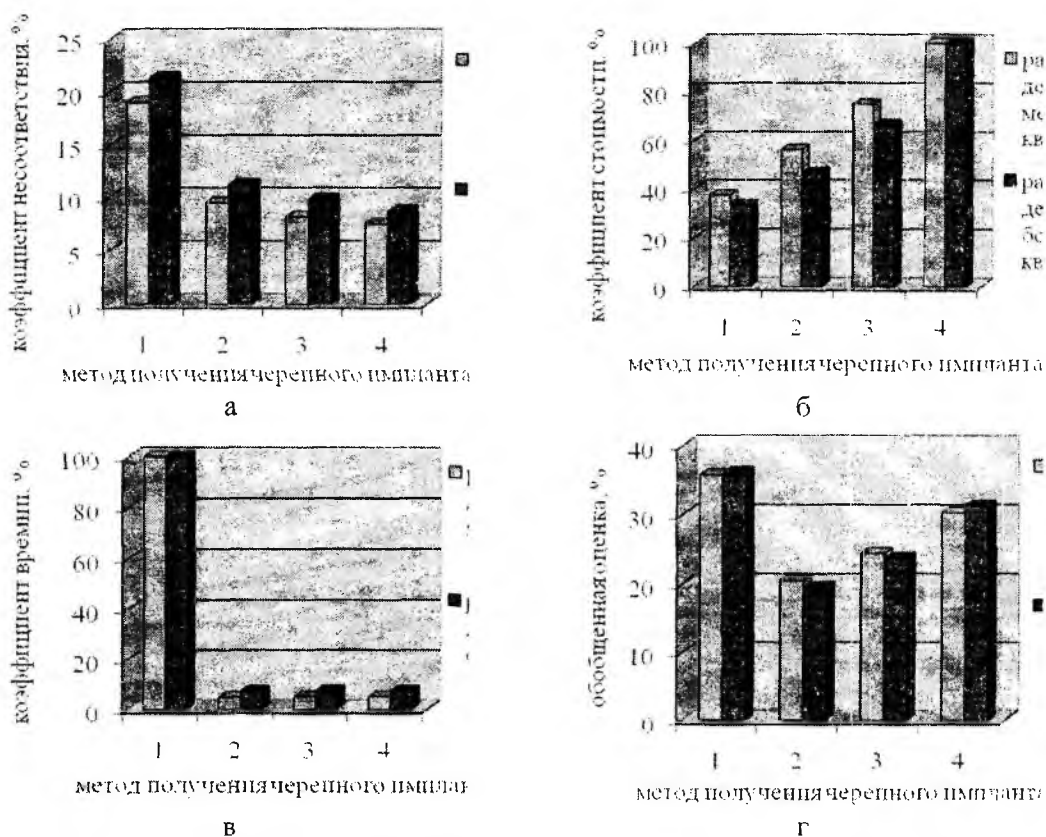
* Время STL соответствует времени от 8 часов (для изготовления имплантата размером менее 10 см²) до 24 часов (для изготовления имплантата размером более 10 см²)

В связи с тем, что все оцениваемые характеристики имеют разное значение при изготовлении ЧИ, введем т.н. *обобщенную оценку e*, включающую в себя все ранее указанные коэффициенты с определенными весами, и характеризующую степень неприемлемости того или иного способа изготовления. Вычисляется по формуле:

$$e = 0,3 \cdot (K_{\text{фронт}} + K_{\text{сфер}}) + 0,25 \cdot K_{\text{стоим}} + 0,15 \cdot K_{\text{время}} \quad (5)$$

Результаты анализа приведены в табл.1. Результаты оценки всех характеристик имплантатов проиллюстрированы на рис.3.

Выводы. По результатам оценки можно сделать следующие выводы: по качеству изготовления имплантата наилучшим способом является построение имплантата с помощью STL по данным СКТ; однако по стоимости получения исходных данных и изготовления ЧИ данный способ является наиболее дорогостоящим. Имплантат, изготовленный вручную, имеет наименьшую стоимость, но и наихудшее качество. Оптимальным с точки зрения качества и стоимости является метод изготовления имплантата на стереолитографической системе по рентгенографическим и РКТ-данным [1-3]. По времени изготовления автоматизированные методы соизмеримы, тогда как ручное исполнение имплантата значительно превосходит их.



1 - ручное изготовление по РГ-данным; 2 – автоматизированное изготовление по РГ-данным; 3 – автоматизированное изготовление по данным РКТ; 4 – автоматизированное изготовление по данным СКТ.

Рисунок 3 — Гистограммы оцениваемых характеристик методов получения ЧИ: а) коэффициента несоответствия; б) коэффициента стоимости; в) коэффициента времени; г) обобщенной оценки.

Литература. 1. Шамраева Е.О., Аврунин О.Г. Построение моделей черепных имплантов по рентгенографическим данным // Прикладная радиоэлектроника. 2005. Т4, №4. – С.441-443; 2. Шамраева Е.О., Аврунин О.Г. Выбор метода сегментации костных структур на томографических изображениях // Бионика интеллекта: информация, язык, интеллект. – 2006. №2 (65). – С.83-87.; 3. Шамраева Е.О., Шамраев А.А., Аврунин О.Г. Реконструкция объемных моделей черепа и имплантата по томографическим снимкам // Системы обработки информации. – 2007. – Вып. 9(67). – С. 137-140.

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОВЕДЕНИЯ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аврунин О.Г., Масловский С.Ю.*, Носова Т.В., Масловский А.С.*, Семенец В.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

*Харьковский национальный медицинский университет

Харьков, 61166, пр. Ленина, 14, тел.702-13-64. E-mail: gavrum@list.ru

The work is devoted to design the system for automatical histological research. The problems of digital processing for histological images are described. The root principles of design, main issues of imaging processing and structure of the system for automatical histological research are proposed. Main medical-technical requirements for proposed system are considered.