

Wyleżoł Marek dr inż.
Politechnika Śląska, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn
tel. 600 035 071
e-mail: marek.wylezol@polsl.pl

MODELOWANIE PROTEZ KRANIOPLASTYCZNYCH

Streszczenie: W artykule przedstawiono metodę symetrycznych odbić pełnego materiału kostnego w zastosowaniu do modelowania protez kranioplastycznych. Wszystkie działania modelowe realizowane są w środowisku systemu modelowania haptycznego ClayTools.

MODELING OF CRANIOPLASTY PROSTHESES

Abstract: The method of the full bone material symmetrical reflection applied to the modeling of cranioplasty prostheses was presented in this article. All modeling operation are performed with using of a haptic modeling system ClayTools.

1. WPROWADZENIE

Tkanka kostna czaszki stanowi naturalną osłonę dla delikatnej struktury mózgu. Konieczność usunięcia fragmentu płata kostnego w zabiegach neurochirurgicznych jest powszechnie akceptowanym sposobem postępowania w wielu sytuacjach klinicznych [2], np. na skutek choroby nowotworowej lub przebytego urazu mechanicznego. Konsekwencją takiego zabiegu jest konieczność przywrócenia naturalnego kształtu głowy i zapewnienie ochrony przed urazami mechanicznymi. W opinii wielu chorych z ubytkiem kości czaszki – szczególnie przywrócenie jej pierwotnego kształtu – jest ważnym psychologicznie czynnikiem.

Zabieg wszczępienia uzupełnienia braku kostnego w kości czaszki np. za pomocą sztucznej protezy nosi nazwę kranioplastyki.

Kluczowe znaczenie dla pozytywnych skutków wykonania zabiegu kranioplastyki mają: dobór postaci geometrycznej oraz tworzywa protezy uzupełniającej przestrzeń po usuniętym płacie kostnym.

Artykuł dotyczy jednej z możliwych metod kształtowania postaci geometrycznej modelu protezy z zastosowaniem modelowania wokselowego realizowanego haptycznie.

2. METODA MODELOWANIA

Jednym z możliwych sposobów uzyskania wirtualnego modelu protezy kości czaszki jest wykorzystanie modelu siatkowego czaszki z ubytkiem, będącego efektem użycia tomografu komputerowego oraz systemów do analizy warstwowych obrazów tomograficznych [1]. Taki model będzie stanowił wejście do procesu modelowania docelowej protezy.

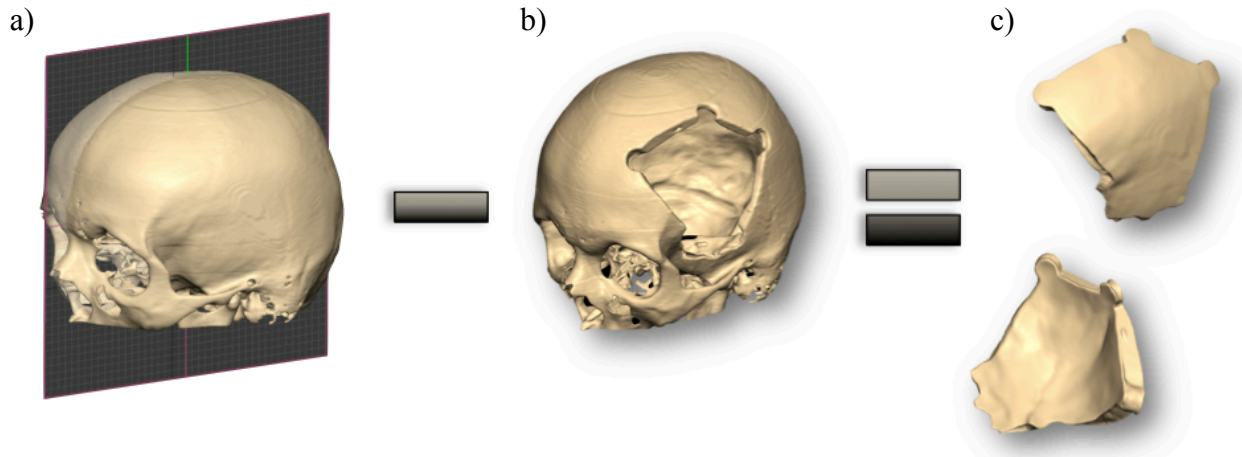
W przypadku, gdy ubytek występuje tylko z jednej strony czaszki, możliwe jest użycie odbicia materiału kostnego (bez ubytku) względem pionowej umownej płaszczyzny symetrii (postać czaszki – ze względu na swoją budowę – nie jest bryłą symetryczną względem jakiegokolwiek płaszczyzny).

Metoda modelowania protezy, nazwana *metodą symetrycznych odbić pełnego materiału kostnego* jest realizowana w następujących etapach: 1. wykonanie lustrzanego odbicia połowy modelu kości czaszki bez ubytku, 2. wykonanie nadmiarowego modelu protezy, 3. końcowe dopasowanie modelu protezy.

W pierwszym kroku należy dokonać konwersji modelu czaszki z reprezentacji siatkowej do reprezentacji wokselowej. Transformacja taka możliwa jest w środowisku systemu modelowania wokselowego realizowanego haptycznie - ClayTools [3]. Za pomocą

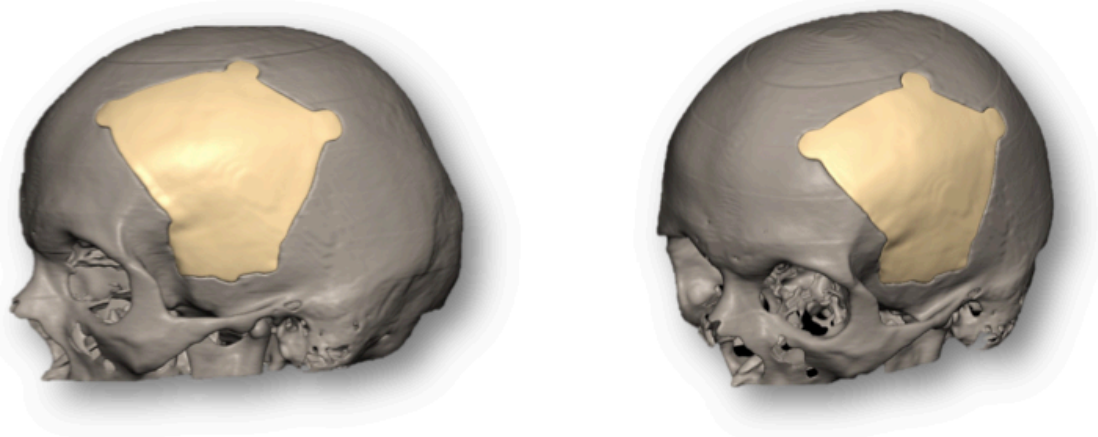
wspomnianego systemu definiujemy umowną płaszczyznę symetrii, przechodzącą przez środek ciężkości modelu (wyznaczony automatycznie). Następnie dokonujemy odbicia części czaszki bez ubytku i obserwujemy dokładność uzyskanego efektu. W przypadku sporych przesunięć uzyskanego odbicia, korygujemy położenie umownej płaszczyzny symetrii (rys. 1 a)*.

W następnym etapie realizacji metody dokonujemy operacji boolowskiego odejmowania. Od objętości pierwotnego modelu czaszki z ubytkiem odejmujemy objętość skopiowanej części modelu. W efekcie tego działania otrzymujemy wstępną postać modelu protezy (rys. 1 c). Postać protezy zawiera wszystkie cechy geometryczne związane z ukształtowaniem materiału kostnego w miejscu ubytku.



Rys. 1 Proces otrzymania modelu protezy kranioplastycznej z użyciem odejmowania Boole'a

Tak otrzymany model zwykle wymaga jeszcze końcowego dopasowania do postaci otworu w modelu czaszki (trzeci etap realizacji metody). Zwykle wymagane są drobne korekty na brzegach modelu protezy (często podczas operacji odejmowania objętości brył modeli brzeg protezy posiada kąty ujemne, uniemożliwiające np. fizyczne umieszczenie protezy w istniejącym otworze czaszkowym). Wszystkie niezbędne operacje związane z dostosowaniem postaci modelu protezy dokonywane są również w środowisku systemu ClayTools.



Rys. 2 Widoki modelu czaszki wraz z dopasowaną protezą

* Model siatkowy czaszki jest własnością Pracowni Indywidualnych Implantów Medycznych Łódzkiego Regionalnego Parku Naukowo Technologicznego sp. z o.o.

3. UWAGI KOŃCOWE

- zaprezentowana metoda modelowania protez kranioplastycznych ma zastosowanie ograniczone wyłącznie do przypadków, gdy ubytek kości czaszki w całości znajduje się na jednej stronie czaszki względem pionowej umownej płaszczyzny symetrii;
- końcowa weryfikacja postaci tak zamodelowanej protezy powinna zostać wykonana przez lekarza neurochirurga najpierw z użyciem modeli wirtualnych, a następnie z użyciem modeli fizycznych czaszki z ubytkiem oraz protezy (oba modele można wykonać z użyciem drukowania przyrostowego),

4. LITERATURA

- [1] Cierniak R.: *Tomografia komputerowa. Budowa urządzeń CT. Algorytmy rekonstrukcyjne*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2005
- [2] Karbowski K.: *Podstawy rekonstrukcji elementów maszyn i innych obiektów w procesach wytwarzania*. Monografia 367, Seria Mechanika. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2008.
- [3] Wyleżoł M.: *Zastosowanie systemów haptycznych w modelowaniu*, Mechanik nr 2/2009, s. 130-131, Warszawa 2009.