

Michał BOBROWSKI, Dagmara TEJSZERSKA, Marek GZIK Katedra Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice
Joanna LEWIN-KOWALIK, Wojciech ŚLUSARCZYK, Wiesław MARCOL, Katedra Fizjologii, Śląska Akademia Medyczna, Katowice

BADANIA EKSPERYMENTALNE MECHANIZMÓW URAZU RDZENIA KRĘGOWEGO SZCZURA

Streszczenie: W pracy przedstawiono wspólne badania prowadzone przez inżynierów oraz lekarzy z wykorzystaniem urządzenia do wywoływania kontrolowanych, powtarzalnych urazów rdzenia kręgowego u szczurów. Zaprojektowane urządzenie ma na celu wspomaganie badań w aspekcie regeneracji uszkodzonego w sposób mechaniczny rdzenia kręgowego.

1. WSTĘP

Uszkodzenie urazowe rdzenia kręgowego oraz jego naprawa są jednym z poważniejszych wyzwań stojących przed współczesną medycyną. Zagadnienie to nabiera szczególnego znaczenia ze względu na wiek chorych, często nie przekraczający 25 lat (55% < 25lat) oraz na skutki ekonomiczne i społeczne długotrwałego i kosztownego leczenia. Do niedawna sądzono, iż regeneracja w ośrodkowym układzie nerwowym nie istnieje i jest niemożliwa do wywołania. Obecnie przełom dokonujący się w naukach medycznych i biologii molekularnej pozwala na wywołanie regeneracji neuronów ośrodkowych, a tym samym daje ogromne nadzieje i szanse ludziom po urazie ośrodkowego układu nerwowego, w tym rdzenia kręgowego. W wielu ośrodkach na świecie prowadzone są intensywne badania, które dają nadzieję na przełom w leczeniu urazów rdzenia kręgowego. Również Śląska Akademia Medyczna przy technicznym wsparciu Katedry Mechaniki Stosowanej Politechniki Śląskiej włączyła się w działania mające na celu opracowanie skutecznej metody regeneracji komórek nerwowych.

Dla realizacji badań w aspekcie regeneracji rdzenia kręgowego istotnym elementem jest techniczne wsparcie w postaci urządzeń do wywoływania kontrolowanego powtarzalnego urazu rdzenia u szczurów oraz do monitorowania postępów leczenia. W pracy przedstawiono urządzenie, którego pierwsze próby zostały przeprowadzone z pozytywnym skutkiem.

2. BUDOWA URZĄDZENIA

2.1. Założenia projektowe

Przystępując do projektowania zostały sformułowane poniższe założenia:

- możliwość wywoływania kontrolowanych, powtarzalnych urazów rdzenia kręgowego
- możliwość zmiany parametrów fizycznych i własności mechanicznych w celu wywołania uszkodzeń o różnym stopniu od tzw. szoku rdzeniowego do całkowitego uszkodzenia,

- możliwość wywołania połowicznego uszkodzenia rdzenia kręgowego,
- minimalizacja kosztów urządzenia,
- bezpieczna eksploatacja,
- długoletnia bezawaryjna praca,
- zwarta, wytrzymała i w pełni funkcjonalna konstrukcja.

2.2 Etapy projektowania:

Proces projektowanie poprzedzony został wnikliwą analizą funkcjonalnych potrzeb w relacji z możliwością fizycznej realizacji urządzenia. Wstępnie opracowano kilka możliwych wariantów aparatury. Po weryfikujących rozważaniach w zespole inżynierów i lekarzy, zdecydowano się stworzyć urządzenie, wywołujące uraz rdzenia kręgowego przy pomocy sprężonego powietrza.

Następnymi etapami było:

- dobranie elementów,
- wykonanie układu sterowania,
- zaprojektowanie i wykonanie układu mocy,
- opracowanie i wykonanie układu pneumatycznego,
- przeprowadzenie wstępnych testów poprawności działania.

Podczas doboru elementów kierowano się bardzo dużą dokładnością wymaganą podczas tego rodzaju zabiegów. Aparatura musiała być w stanie wygenerować impulsowy strzał sprężonego powietrza, który z kolei spowodowałby ucisk na rdzeń kręgowy, a sama jej obsługa musiała być intuicyjna oraz dawać możliwość bardzo szybkiej korekty nastaw.

Aby to zapewnić zastosowano sterowanie oparte o elektronikę cyfrową, dające możliwość ustawienia czasu otwarcia zaworu z dokładnością do 0,1s. Czas otwarcia jest programowany w zakresie od 0,1 do 99s ze 100% wypełnieniem impulsu. Jednostkę sterującą przedstawia rysunek 1.

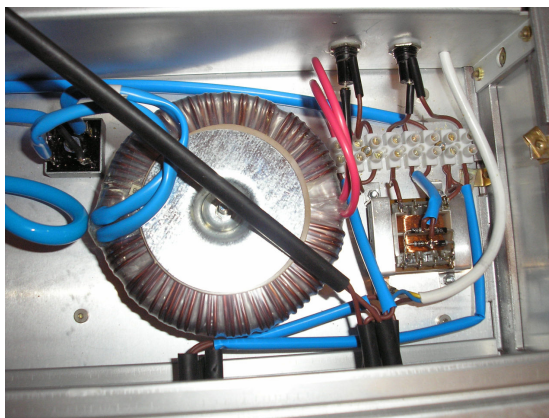


Rys.1. Jednostka sterująca otwarciem wtryskiwacza

Problemem, na jaki napotkano był dobór zaworu. Większość zaworów używanych w pneumatyce zbudowanych jest tak, iż działają dopiero po dostarczeniu na wejście ciśnienia przekraczającego 0,5 bar i nie dają możliwości dokładnego dawkowania przy czasach otwarcia rzędu 0,1 czy 0,2 s. Wynika to z tego, że elementy robocze zaworów posiadają dużą bezwładność.

Ponadto zawory te zbudowane są w taki sposób, iż próba zmniejszenia czasu bezwładności wymusiłaby zwiększenie progowego ciśnienia na wejściu, przy którym zawór zaczyna pracować.

W konsekwencji tego zdecydowano o zastosowaniu wtryskiwacza elektromagnetycznego używanego w samochodowych instalacjach gazowych typu sekwencyjnego. Wadą wtryskiwaczy jest duży pobór prądu przy 100% wypełnieniu impulsu wyzwalającego. Prąd pobierany przez te elementy osiąga wartość 14A. W związku z tym koniecznością było wykonanie układu mocy zasilającego elektrozawór. Zastosowano w nim transformator oraz mostek Gretza. Napięcie z zasilacza podawane jest na wejście wtryskiwacza poprzez tranzystor mocy sterowany z zegara cyfrowego. Układ mocy przestawiono na rysunku 2.



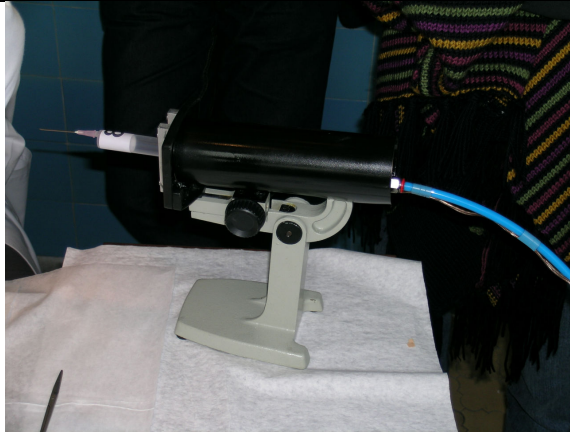
Rys.2. Układ mocy zasilający elektrozawór i zegar cyfrowy

Wtryskiwacz zasilany jest sprężonym powietrzem podawanym z kompresora. Na wyjściu kompresora znajduje się reduktor umożliwiający nastawienie ciśnienia podawanego na elektrozawór z dokładnością do 0,2 bar. Układ wysokiego ciśnienia zabezpieczony jest zaworem bezpieczeństwa. Kompresor przedstawiono na rys. 3.



Rys.3. Kompresor wraz z reduktorem i wyłącznikiem ciśnieniowym

Ponieważ rdzeń kręgowy szczura ma średnicę około 3mm, wtryskiwacz został umieszczony w statywie dającym możliwość dołączania wymiennych końcówek. Jako końcówki zastosowano strzykawkę z igłami o różnych średnicach. Igły zostały przymocowane do strzykawkę w sposób trwały, aby wyeliminować możliwość sytuacji niebezpiecznej dla obsługującego. Zastosowany statyw przedstawiono na rysunku 4.



Rys.4. Statyw z wymiennymi końcówkami

3. TEST URZĄDZENIA ORAZ WNIOSKI

Po wykonaniu prototypowego urządzenia przeprowadzono testujące próby. Poniżej przedstawiono zdjęcia z operacji przeprowadzanej przez pracowników Śląskiej Akademii Medycznej.



Rys.5. Pierwsze próby badań z wykorzystaniem urządzenia

Po otwarciu kanału kręgowego, końcówka urządzenia została przyłożona do rdzenia, a następnie impulsowy strzał sprężonego powietrza spowodował ucisk rdzenia kręgowego.

Urządzenie jest jednym z elementów powstającej infrastruktury laboratoryjnej do badań nad regeneracją rdzenia kręgowego szczurów w Śląskiej Akademii Medycznej. Autorzy mają nadzieję, iż w niedalekiej przyszłości doświadczenia zdobyte na zwierzętach przyczynią się do powstania skutecznych metod leczenia ludzi po urazach ośrodkowego układu nerwowego.

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF RATS SPINAL CORD INJURY MECHANISMS

Summary: Design process of system to controlled rats spinal cord injuries maker and experimental researches carried out by engineers and doctors in order to improve knowledge about rat's spinal cord regeneration are presented in this paper.