

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

На правах рукописи

ТКАЧУК БОГДАН ВЛАДИМИРОВИЧ

УДК 621.317.33 : 612.014.461

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ГИДРАТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОЛУЧАЮЩИХ
ЛЕЧЕНИЕ МЕТОДОМ ПРОГРАММНОГО ГЕМОДИАЛИЗА

05.11.17 – биологические и медицинские приборы и системы

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
Сокол Евгений Иванович
доктор технических наук,
профессор

Действительность
иными учреждениями
подтверждено
Ученый секретарь
специализированной
рады Д-04.050.17
Томашевский Р.С.



01.03.2017р

Харьков – 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
РАЗДЕЛ 1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ БИОФИЗИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ, ПЕРЕМЕЩЕНИИ И СОСТАВЕ ЖИДКОСТИ В ОРГАНИЗМЕ	12
1.1 Анализ возможностей существующей гемодиализной аппаратуры	12
1.2 Анализ современных представлений о распределении и перемещения жидкости в организме	14
1.2.1 Электролитный баланс и состав воды в разных секторах организма	18
1.2.2 Анализ процессов транспорта жидкости в организме	22
1.2.3 Нарушение водного обмена	26
1.2.4 Определение термина «сухой вес»	28
1.2.5 Принцип ультрафильтрации излишков жидкости из организма	30
1.3 Обзор существующих методов оценки состояния гидратации организма человека	31
1.3.1 Выбор метода биоимпедансометрии	36
1.4 Постановка задачи исследования	40
РАЗДЕЛ 2. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЖИДКОСТИ ВО ВРЕМЯ ПРОЦЕДУРЫ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ	42
2.1 Разработка математической модели перемещения жидкости в организме при процедуре ультрафильтрации	42
2.2 Усовершенствование электрофизической модели перемещения жидкости в организме пациента при ультрафильтрации для биоимпедансометрии	49
2.3 Расчет характеристик импеданса для электрофизической модели организма и некоторых частных случаев	59
2.4 Гематокрит – как дополнительный параметр идентификации состояния сосудистого русла пациента при ультрафильтрации	62
2.5 Выводы по второму разделу	68

РАЗДЕЛ 3. РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ УРОВНЯ ГИДРАТАЦИИ ПАЦИЕНТА ВО ВРЕМЯ ПРОЦЕДУРЫ ГЕМОДИАЛИЗА	69
3.1 Обоснование метода определения «сухого веса» пациента при ультрафильтрации.....	72
3.2 Назначение, особенности, область применения и требования к реализации метода определения «сухого веса» пациентов при программном гемодиализе.....	77
3.3 Технические рекомендации к аппаратной реализации метода определения «сухого веса».....	81
3.4 Выводы по третьему разделу.....	83
РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ «СУХОГО ВЕСА» ПАЦИЕНТА ПРИ ПРОЦЕДУРЕ ПРОГРАММНОГО ГЕМОДИАЛИЗА	84
4.1 Моделирование возможных вариантов течения ультрафильтрации.....	84
4.2 Экспериментальное исследование характеристик биоимпеданса при ультрафильтрации.....	87
4.3 Экспериментальное исследование состояния гидратации пациентов при ультрафильтрации.....	90
4.4 Выводы по четвертому разделу.....	98
ВЫВОДЫ	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	101
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	111
Приложение А. Результаты экспериментального исследования импеданса пациентов в течении процедуры гемодиализа	112
Приложение Б. Компьютерное моделирование возможных вариантов течения процедуры ультрафильтрации.....	140
Приложение В. Алгоритм аппаратной реализации метода определения «сухого веса».....	145
Приложение Г. Акт о внедрении в клиническую практику метода определения «сухого веса» пациентов, которые получают лечение программным гемодиализом	147

Приложение Д. Акт о внедрении результатов исследований диссертационной работы при проектировании нового варианта измерителя параметров биоимпеданса человека	150
Приложение Е. Справка о внедрении в учебный процесс результатов диссертации	153