

+ медицинская терапия: комбинация традиционных и альтернативных методов лечения может обеспечить более комплексный подход к управлению симптомами депрессии. Медицинская монотерапия и обычный уход могут быть менее эффективными в сравнении с альтернативными методами, такими как иглоукалывание, в лечении депрессии, что может быть связано с менее активным воздействием на нейрохимические процессы в мозге. Важно отметить, что для подтверждения этих выводов требуются дополнительные исследования, включая более широкие клинические испытания.

Выводы. Таким образом, исследование выявило, что иглоукалывание как самостоятельно, так и в комбинации с медицинской терапией значительно улучшает симптомы депрессии, снижает уровень тревожности и повышает качество жизни.

Литература

1. Adams D., Cheng F., Zhou H. et al. Safety of pediatric acupuncture: a systematic review // *Pediatrics*. 2021; 128(6):E1575-1587.
2. Candon M, Nielsen A, Dusek J. Acupuncture Insurance Coverage Trends, 2010-2019 // *The JAMA Network is open*. 2022; 5(1):e2142509.
3. Cao J., Tu Y., Orr S. et al. Analgesic effects induced by real and imaginary acupuncture: a neuroimaging study // *Cortex*. 2019; 29(8):3220-3231.

ПРОНИЦАЕМОСТЬ ЭНДОТЕЛИЯ ДЛЯ МЕЛКИХ МОЛЕКУЛ

Кислухин В. В., Кислухина Е. В.

Научно-исследовательский институт скорой помощи им.Н. В. Склифосовского
Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

Введение. Для определения проницаемости эндотелия микрососудов используются методы разведения индикаторов (изотопы, красители) [1]. Среди мелких молекул, для которых проницаемость сосудистой стенки следует знать, можно выделить H_2O , глюкозу и $NaCl$. Для этих молекул можно использовать метод разведения физических свойств крови, РФСК [2], использующий отличие от крови электрических, оптических свойств и/или плотности используемых в клинике растворов. Поскольку растворы глюкозы и $NaCl$ являются базовыми, они используются как индикаторы при введении 0.1-0.5 мл/кг, для определения сердечного выброса и объема активно циркулирующей крови. Известно, что гипертонические инъекции (40% глюкоза, 6% $NaCl$), введенные объемом 0.01-0.05 мл/кг, вызывают перетоки воды в легочных капиллярах, и дают оценку легочной воды [3, 4]. Следовательно, представляется актуальным нахождение проницаемости легочных капилляров для упомянутых молекул.

Цель – сообщения (1). Привести оборудование, позволяющее определять проницаемость эндотелия и объем воды в легочном интерстиции (2). Дать обоснование для возможности определения проницаемости легочных структур для H_2O , глюкозы и $NaCl$ методом РФСК (3). Дать методику определения легочной воды (4). Дать примеры использования РФСК для определения названных параметров.

Методы исследования. I. Оборудование. Использовалась пластиковая трубка, соединяющая лучевую артерию с яремной веной. Перистальтический насос поддерживал поток крови по трубке, 8-10 мл/мин. На артериальную и венозную стороны трубки ставились датчики: (1) импедансный, (РПГ-202, Москва); (б) ультразвуковой (Transonic Systems, Ithaca, USA); (в) от оптической приставки. Растворы глюкозы (5%, 40%) и $NaCl$ (0,9%, 6%) вводили перед венозными датчиками, что позволяло для автоматических расчетов знать, что и сколько вводится. Кривые, регистрируемые артериальными датчиками, показывали прохождение растворов по сердечным камерам и легким. II. Описание прохождения индикатора по микроциркуляции. Оно состоит из следующих событий: **диффузия** (1) Будучи внутри микрососуда, частица может остаться в сосуде, а может перейти в ткань (2) Если частица находится во внесосудистом пространстве, она может вернуться в капилляр, а может остаться в ткани; и **вазомоции** (3) Микрососуд закрыт, кровь в капилляре стоит. Это состояние может сохраниться, а может измениться – кровь начнет течь (4) Микрососуд открыт, кровь движется, при этом микрососуд может остаться открытым, а может и закрыться. И диффузия, и вазомоции обладают следующим свойством (5) Будущее поведение частицы или микрососуда не зависит от прошлого (марковское свойство). Его принятие означает, что уравнения, реализующие первые четыре события, экспоненциальные распределения, и эти уравнения единственные. Следующий шаг состоит в написании уравнений, учитывающих, что частица может несколько раз перейти в ткань и, соответственно, вернуться, а также движение крови может остановиться (капилляр закупорится), а затем возобновиться. Это уже будут составные Пуассоновские распределения [5]. Понятно, что для недиффундирующего индикатора диффузия не имеет места. В результате, если мы имеем в артерии две кривые прохождения индикатора, одна – внутрисосудистый индикатор, таким индикатором можно считать 0.9% $NaCl$, другой – диффундирующий, то имея средние времена прохождения индикаторов, а также и дисперсии этих времен, мы можем получить выражение для проницаемости эндотелия диффундирующим индикатором. III. Выделение кривых прохождения мелких молекул. Рассмотрим прохождение 20 мл 5% глюкозы. При прохождении легких человека, 75 кг, возникает ситуация, когда в капилляре избыток глюкозы, а в интерстиции избыток натрия (по сравнению с капиллярами).

В результате глюкоза переходит в интерстиций, а натрий в капилляр, по окончании прохождения инъекции глюкоза возвращается в сосудистое пространство, а натрий в интерстиций. Имея два датчика, ультразвуковой и электроимпедансный, мы получим две совершенно разные кривые: УЗ-датчик даст почти идентичные кривые (плотности 0.9% NaCl и 5% глюкозы близки), а ИМ-датчик кривые даст совершенно разные, глюкоза – диэлектрик, а NaCl – электролит. Поскольку одни и те же потоки глюкозы и натрия формируют кривые разведения на УЗ и на ИМ датчиках, мы имеем два неизвестных, собственно потоки глюкозы и натрия. Систему из двух уравнений и двух неизвестных можно решить. Решение даст возможность определить проницаемость эндотелия и для глюкозы и натрия. Аналогичная ситуация возникает при прохождении 5 мл 5% NaCl. Только в этом случае получаем потоки воды (инъекция гипертоническая) и NaCl. Это позволяет оценить легочную воду (осмотически активную) и проницаемости для воды и NaCl.

Результаты и их обсуждение. (1) Простота регистрации артериальной кривой разведения (после внутривенного введения и прохождения индикатором сердца и легких), и относительная безвредность растворов глюкозы и натрия позволяет проводить до 5-10 исследований в час. Но следует иметь в виду, 10 исследований у взрослого, это примерно 300 мл жидкости за этот час. Такое количество жидкости может изменить гемодинамику. Возникает важная задача – оценка стабильности гемодинамики. (2) Используя растворы разной осмолярности, легочную воду и проницаемость легочного эндотелия для глюкозы, натрия и других мелких молекул [6], были получены следующие результаты. Легочная вода, в зависимости от состояния легких, принимает значения от 0.1 до 0.5 мл/кг. Использование 5% NaCl вызывало потоки воды от 1.5 мл/мл до 3.0 мл/мл инъекции, и потоки NaCl от 0.6 мг/мл до 5.0 мг/мл инъекции. Соответственно, проницаемость эндотелия для воды, мл/мосм, была в пределах от 1,0 до $3,0 \times 10^{-3}$, и натрия, мг/мосм, от 0.5 до 6.0×10^{-3} . При обработке кривых разведения была обнаружена зависимость гематокрита оттекающей от легких крови от частоты дыхания. Вызвано изменение гематокрита выходом-возвращением воды между легочными капиллярами и легочной тканью. Изменение плотности оттекающей крови зависит от частоты дыхания и особенно выражено на ИВЛ. Чем выше ЧД, тем меньше меняется плотность крови. Этот феномен порождает вопрос о состоянии легочной ткани при разных режимах вентиляции.

Выводы:

1. Представлено сообщение о применении метода разведения физических свойств крови для определения легочной воды и проницаемости

эндотелия капилляров легочной ткани для H_2O , глюкозы и $NaCl$, используя ведение растворов, рутинно используемых в реанимации.

2. Дан анализ возможных ошибок, связанных с применением данного метода разведения.

Литература

1. Meier P., Zierler K.L. «On the theory of the indicator-dilution method for measurement of blood flow and volume» // J Appl Physiol. – 1954. – Vol. 6, № 12. – P. 731–744.

2. Кривицкий Н.М. Оценка состояния гемодинамики у больных в операционном и после операционном периоде электроимпедансным методом // Диссертация докт. биол. наук – Киев. 1989.

3. Maseri A. et al. Determinants of pulmonary vascular volume. Recruitment vs dispensability // Circ. Res. – 1972. – Vol. 31. – P. 218–228.

4. Тугаринов С.А. Клиническая оценка определения объема внесосудистой жидкости легких в раннем послеоперационном периоде // Диссертация канд. мед. наук 1991 г.

5. Kislukhin V.V. The passage of a diffusible indicator through a microvascular system // Theor Biol Med Model. – 2013. – P. 10.

6. Krivitski N.M., Kislukhin V.V., Dobson A. et al Volume of Extravascular Lung Fluid Determined by Blood Ultrasound Velocity and Electrical Impedance Dilution //ASAIO J. – 1998. – Vol. 44, № 5. – P. 535–540.

РАЗРАБОТКА ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ КУРСА МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Клинецвич С. И., Лукашик Е. Я., Завадская В. М.

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Введение. Медицинская и биологическая физика (МБФ) – учебная дисциплина, которая традиционно изучается на всех массовых факультетах медицинских университетов Республики Беларусь [1, 2]. Цели дисциплины заключаются, с одной стороны, в формировании у студентов научных знаний о физических свойствах биологических тканей, о физических и физико-химических процессах, протекающих в живых организмах. С другой стороны, в рамках данного курса студенты изучают физические основы функционирования современной медицинской аппаратуры, физические поля и методы их воздействия на живые организмы с профилактическими, диагностическими и терапевтическими целями. Роль и значимость диагностики в лечении заболеваний за последние десятилетия многократно возросла.