

Таким образом, равенство (7) можно представить, с учетом (8), в стандартной форме уравнения Навье-Стокса:

$$\frac{\partial V}{\partial q} + \Omega \times V + \frac{1}{2} \nabla v^2 = -\frac{1}{\rho} \nabla P - \nabla \varphi + \frac{\eta}{\rho} \nabla^2 V. \quad (9)$$

Уравнение Бернулли. Это уравнение описывает стационарный поток жидкости при  $\frac{\partial V}{\partial t} = 0$ , отсутствии турбулентности  $\Omega = \nabla \times V = 0$  и силы вязкости  $\eta \nabla^2 V = 0$ . Тогда упрощение по  $\nabla = \frac{\partial}{\partial q}$  уравнения (9) дает уравнение или теорему Бернулли:

$$\frac{P}{\rho} + \frac{1}{2} v^2 + \varphi = \text{const}. \quad (10)$$

Уравнение Эйлера. Данное уравнение является уравнением идеальной жидкости, для которой в выражении (9):

$$\Omega \times V + \frac{1}{2} \nabla v^2 = V \frac{\partial V}{\partial q},$$

$$\nabla \varphi = 0 \text{ и } \frac{\eta}{\rho} \nabla^2 V = 0.$$

Таким образом,

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial q} = -\frac{1}{\rho} \nabla P. \quad (11)$$

Уравнение гидростатики. Гидростатика предполагает, что в выражении (9) во всех слагаемых  $V = 0$ . Тогда оно приобретает вид:

$$\nabla P + \rho \nabla \varphi = 0. \quad (12)$$

Таким образом, все базовые уравнения гидродинамики имеют одну и ту же формальную основу в виде соотношения (1).

#### Список литературы

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. – М.: Наука. 1986. – 736 с.

**«Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники»,**

**Австрия (Вена-Зальцбург), 22 июня – 1 июля 2015 г.**

**Биологические науки**

#### **ВТОРИЧНЫЕ СРАЩЕНИЯ БРЮШИНЫ И МОРФОГЕНЕЗ БРЫЖЕЕЧНЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ У ЧЕЛОВЕКА И НЕКОТОРЫХ ГРЫЗУНОВ**

Петренко В.М.

*Российская академия естествознания,*

*Санкт-Петербург, e-mail: deptanatomy@hotmail.com*

Закладка лимфатических узлов (ЛУ), главным образом верхних брыжеечных у человека,

#### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФУЗИИ ФОТОНОВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЯХ МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ МОНТЕ-КАРЛО**

Потлов А.Ю.

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, e-mail: zerner@yandex.ru*

Прошедшее через биологическую ткань оптическое излучение содержит полезную информацию о форме, размерах, местоположении и оптических свойствах структурных компонентов ткани. В связи с этим, актуальным является изучение закономерностей прохождения излучения через модельные объекты [1] и уточнение существующих приближённых моделей переноса излучения.

В данной работе для моделирования миграции фотонов в биологических тканях предлагается использовать метод статистических испытаний Монте-Карло [2], отличающийся тем, что параметр оптической анизотропии моделируемой среды представлен не как константа, а как функция от пространственной координаты. Патологии, (такие как, например, лимфосаркома, саркома мышечной ткани и т.п.) как правило, состоят из примерно одинаковых по размеру овальных или округлых клеток, и поэтому не проявляют явно выраженных анизотропных свойств. В тоже время здоровая биологическая ткань отличается сильной оптической анизотропией и рассеивает излучение преимущественно вперёд. Таким образом, представление параметра оптической анизотропии, как функции от пространственной координаты, приводит к существенному повышению адекватности результатов моделирования распространения излучения, анализ которых позволяет точнее объяснять результаты экспериментов по светорассеянию и открывает возможности для создания удобных методов экспресс регистрации оптических неоднородностей.

#### Список литературы

1. Potlov A.Y., Frolov S.V., Proskurin S.G. Movement of the photon density normalized maximum in homogeneous and inhomogeneous media with tissue-like optical properties // *Laser Physics*. – 2015. – Vol. – 25. – №3. – p. 035601.

2. Chen J. Optical tomography in small animals with time-resolved Monte-Carlo methods: Ph.D. Thesis.–2003. – p.166.

описана во многих работах разных авторов. Но механика этого процесса, связь его с органо-генезом оставались вне зоны внимания исследователей.

По моим данным, брыжеечные ЛУ у грызунов (белая крыса, морская свинка и дегу) определяются главным образом в коротком общем корне брыжеек тонкой и толстой кишок. Он протягивается от двенадцатиперстно-тощекишеч-

ного изгиба до илеоцекального угла. Этих ЛУ, особенно дистальных центральных и периферических, гораздо меньше у грызунов, чем у человека, у которого они рассредоточены в брыжейках тонкой и толстой кишок, вплоть до кишечной стенки (Иосифов Г.М., 1930; Жданов Д.А., 1945; Сапин М.Р., Борзяк Э.И., 1982). Особенностью топографии брыжеечных ЛУ у человека являются постоянные и обширные вторичные сращения брюшины (ВСБ). Только у человека брыжейка двенадцатиперстной кишки и сам орган на большем протяжении фиксированы к задней брюшной стенке. Его подвижная брыжейка рассматривается у человека как аномалия, у животных – обычное в норме состояние. Примерно такое же соотношение по сохранению общего корня брыжейки толстой и тонкой кишок. Корреляции между ВСБ и морфогенезом ЛУ не рассматриваются или даже категорически отрицаются (Шуркус В.Э. и др., 2002).

Я неоднократно описывал общую механику ВСБ и закладки ЛУ брюшной полости в их связи на основе органогенеза (Петренко В.М., 1987-2010). У плодов человека 10-11 нед закладка верхних брыжеечных ЛУ начинается в области двенадцатиперстно-тощекишечного изгиба, в общем корне брыжеек тонкой и толстой кишки (пупочной кишечной петли). В полость брыжеечных лимфатических сосудов инвагинируют верхняя брыжеечная артерия и ее ветви с эндотелиальной стенкой лимфатического сосуда и межленточной соединительной тканью – стромальная закладка центрального верхнего брыжеечного ЛУ лентовидной формы. Такую же закладку я нашел у плодов крысы 19-20 сут. Позднее она преобразуется в цепь ЛУ разной плотности и конфигурации. С этой стадии развития плодов человека (10-11 нед) ВСБ охватывают значительные территории с выраженной деформацией толстой кишки, разделением общего корня брыжеек тонкой и толстой кишок на самостоятельные корни их брыжеек, морфогенезом в них множества ЛУ. У грызунов обособливается только брыжейка двенадцатиперстной кишки. Дорсальнее этого органа ВСБ у грызунов либо отсутствуют (у крысы дорсальные отделы печени отделяют его от дорсальной брюшной стенки), либо очень ограничены. У плодов крысы печень медленнее, чем у человека, уменьшается в размерах относительно брюшной полости. Это тормозит вправление физиологической пупочной грыжи в брюшную полость плода крысы, ограничивает ВСБ и скручивание брыжеек с деформацией их сосудов и закладкой брыжеечных ЛУ. ВСБ у дегу и морской свинки также ограничены,

по сравнению человеком, но у них я обнаружил брюшинные связки между дистальным отделом двенадцатиперстной кишки и дорсальной брюшной стенкой. При этом количество всех краниальных брыжеечных ЛУ, а среди них – дистальных центральных и периферических, оказалось наибольшим у крысы, а наименьшим – у дегу. По моим данным, закладка ЛУ в брюшной полости у человека и крысы, как и ВСБ, начинается в связи с завершением вправления в брюшную полость плода физиологической пупочной грыжи. Это приводит к резкому увеличению давления на брыжейки и дорсальную брюшную стенку с их сосудами. Вправлению пупочной грыжи способствуют относительное уменьшение печени, замедленное у крысы, и давление каудального края печени на корень пупочной кишечной петли (в корне ее брыжейки образуются дистальные центральные и периферические брыжеечные ЛУ). Вывод: особо значимым для закладки брыжеечных ЛУ оказывается общее внутрибрюшное давление, для его развития ведущую роль играет крупная печень. А она имеет наименьшие относительные размеры у дегу, наибольшие – у крысы. В то же время видовые особенности неравномерного роста печени (интенсивный рост ее ретропортальных отделов у крысы) детерминирует отсутствие дорсальных ВСБ.

Таким образом, морфогенез брыжеечных ЛУ зависит от развития брыжеек, в которых они образуются, в том числе от ВСБ. Видовые и индивидуальные особенности ВСБ у плодов человека и животных обусловлены особенностями их регионального органогенеза, особенно печени и кишечника, их анатомотопографическими взаимоотношениями. К сожалению, я не располагаю данными о развитии дегу и морской свинки до рождения, которые позволили бы уточнить детали описанной механики закладки брыжеечных ЛУ у человека и белой крысы. Однако результаты сравнительных исследований, эмбриологических (человек – крыса) и анатомических (человек – грызуны / крыса – морская свинка – дегу), позволили мне сделать выше указанные выводы. Не лишним будет напомнить, что ЛУ с момента своей закладки представляют собой комплексы кровеносных и лимфатических сосудов, которые, в свою очередь, развиваются в тесной связи с обслуживаемыми органами, изменяясь адекватно изменениям этих органов, чтобы соответствовать новым функциональным нагрузкам.